كلية الزراعة – جامعة الأزهر

قسم الأراضي والمياه

التمارين العملية

المقرر: مبادئ علوم الأراضي

Fe –

الدروس العملية

الدرس العملي السابع: تقدير ثوابت الرطوبة الأرضية

Soil Moisture Determination

الهدف:

تنمية مهارة الطلاب في معرفة تقدير النسبة المئوية للرطوبة الفعلية في التربة وعند ثوابت الرطوبة المختلفة (**الرطوبة الهيجروسكوبية – نقطة الذبول – السعة الحقلية – السعة التشبعية**).

التعريف:

هي الطور الذي يمثل **الحالة السائلة** الموجودة في المسام بين حبيبات التربة وتتبادل مع الهواء الأرضي.

الفكرة الأساسية (التحليل الوزني):

وزن كمية من التربة (في حدود 20 جم) في علبة رطوبة معلومة الوزن ثم التجفيف في فرن كهربي على درجة $105 – 110$ م لمدة 18 ساعة، بعدها تبرد في مجفف لحين الوزن ثم توزن ثم تجفف بالفرن لمدة ساعة وتوزن ويكرر ذلك حتى ثبات الوزن. وبقسمة الرطوبة المفقودة على وزن عينة التربة جافة تماماً والضرب في 100 نحصل على $\%$ للرطوبة عند الثوابت المختلفة لرطوبة التربة.

تقدير صور الرطوبة الأرضية

1. تقدير الرطوبة الشعرية ($\text{Capillary moisture}$):

وتعرف بأنها الرطوبة الزائدة في التربة عن الرطوبة الهيجروسكوبية والتي تصل إلى حد السعة الحقلية، وهي سائلة وتكون معظمها **الرطوبة الميسرة للنبات**. ومقدارها يتوقف على قوام وبناء التربة ومحتواها من المادة الغروية وهي تساوي:

$$\% \text{ للرطوبة الشعرية} = (\% \text{ للرطوبة عند السعة الحقلية}) - (\% \text{ للرطوبة الهيجروسكوبية})$$

2. تقدير الرطوبة عند السعة الحقلية (Field capacity):

وهي النسبة المئوية للرطوبة التي تحتفظ بها الأرض بعد رشح الماء الزائد، أي عندما تصل حركة الماء لأسفل إلى الصفر تقريباً بفعل الجاذبية الأرضية. وتصل الأرض في الحقل إلى هذه الحالة بعد $2 – 3$ أيام من الري.

طريقة التقدير (أ – طريقة القمع والتفريغ):

1. أزن حوالي 30 جم من التربة الجافة هوائياً والمارة من خلال منخل قطر ثقوبه 2 مم.
2. ضع العينة في **قمع بوخنر** المجهز بورقة ترشيح رقم 50 ثم توضع ورقة ترشيح مبللة على سطح العينة.
3. ضع القمع في كأس به ماء حيث يكون سطح الماء في الكأس أسفل مستوى العينة في القمع مباشرة. ثم اترك العينة على هذا الوضع حتى تتشبع الأرض بالماء بالخاصة الشعرية.
4. ركب القمع على **مضخة التفريغ** عند ضغط $\frac{1}{3}$ ض. ج حتى يتم التخلص من الماء الزائد تماماً مع استمرار التفريغ لمدة 10 دقائق أخرى بعد زوال آخر نقطة مترشحة من القمع.
5. انقل العينة من القمع إلى علبة رطوبة معلومة الوزن وأوزنها مباشرة وهي رطبة.

6.ضع العلبة وبها العينة في الفرن على درجة $105 - 110^\circ\text{م}$ لمدة 24 ساعة ثم أوزنها.

7.احسب النسبة المئوية للرطوبة عند السعة الحقلية على أساس الوزن الجاف.

تدوين النتائج:

- **% للرطوبة عند السعة الحقلية** $= \frac{\text{وزن الماء المفقود}}{\text{وزن الأرض جافة تماماً}} \times 100$

طريقة التقدير (ب – الطريقة الحقلية):

1.حدد قطعة مربعة (حوالي 3×3 متر) من الحقل ثم تروى رياً غزيراً ثم غطها بالخيش المبلل ثم ضع فوق الخيش قشاً مرطباً بالماء وذلك لمنع التبخير من سطح التربة إلى أقل درجة ممكنة.

2.خذ عينات من على أعماق مختلفة حسب طبقات الأرض. أما إذا كانت الأرض متجانسة في قطاعها الرأسي نخذ عينات على أعماق ولتكن مثلاً $0-20 \text{ سم}، 20-40 \text{ سم}، 40-60 \text{ سم}، 60-80 \text{ سم}$ وذلك بعد الري بحوالي 6 ساعات.

3.خذ عينات أخرى من نفس الأعماق التي أخذت منها العينة السابقة ويشترط ألا يكون من نفس الحفرة ولكن من مكان يبعد مثلاً حوالي $50-60$ سم وذلك كل 6 ساعات أو كل 12 ساعة حسب قوام الأرض.

- إذا كانت الأرض **طمبية أو طينية** خذ العينات كل 12 ساعة لمدة 5 أيام.
- إذا كانت **خشنة القوام (رملية)** فتؤخذ العينات كل 6 ساعات لمدة يومين.

4.قدر نسبة الرطوبة في العينات أولاً بأول ثم ارسم علاقة بيانية لكل عمق بين الزمن ونسبة الرطوبة بحيث يكون الزمن على المحور الأفقي ونسبة الرطوبة على المحور الرأسي.

5.تتبع نسبة الرطوبة على المنحنى تجد أنها تقل بسرعة في بدية الأمر نتيجة لرشح الماء الزائد إلى أن تصل إلى وقت يكون التغير في المنحنى أقل ما يمكن فتؤخذ نسبة الرطوبة المقابلة لهذا الوقت فتكون هي **السعة الحقلية** لهذا العمق من القطاع الأرضي.

ملاحظة: كلما كان القوام خشن كلما كان التغير في المنحنى أسرع منه في الأراضي الناعمة القوام حيث المسافات الواسعة يرشح منها الماء الزائد بسرعة أكبر من مثيله في الأراضي الطينية الثقيلة ذات المسام الضيقة.

أهميتها: ترجع أهمية معرفة تقدير السعة الحقلية أنها تمثل الحد الأعلى **للماء الميسر** في التربة. والماء الميسر هو الماء المحصور بين السعة الحقلية كحد أقصى ونقطة الذبول كحد أدنى. والماء الميسر في الأراضي الخشنة القوام أقل من مثيله في الأراضي الناعمة القوام.

3. تقدير الرطوبة عند التشبع ($\text{Saturation percentage}$):

وهي النسبة المئوية للرطوبة على أساس الوزن الجاف والموجودة في **عجينة الأرض المشبعة** (Soil paste). وتحضر بإضافة الماء المقطر إلى الأرض مع التقليب حتى تصل إلى درجة معينة من الرطوبة.

أهمية دراسة درجة التشبع:

ترجع أهمية دراسة درجة التشبع إلى ارتباطها بنسب الرطوبة الموجودة في الحقل، وقد دلت التجارب على أن درجة التشبع تعادل تقريباً $2 - 2.5$ أمثال نقطة الذبول وضعف السعة الحقلية. وقد أدى وجود هذا الارتباط إلى اتخاذ **مستخلص الأرض المشبعة** كوسيلة للاستدلال على علاقة ملوحة الأرض بنمو النبات عند درجات الرطوبة المختلفة.

تحضير عجينة الأرض المشبعة:

1.أوزن حوالي 200 جم من الأرض المجففة هوائياً والمعروف نسبة الرطوبة بها في علبة نظيفة.

2.ضع 50 ملي من الماء المقطر في كأس سعة 250 ملي.

3.أضف من عينة الأرض المعروفة الوزن تدريجياً إلى الماء الموجود بالكأس بواسطة ملعقة صغيرة بحيث لا تتكرر الإضافة إلا بعد أن تتشرب الأرض الماء كلية.

4.توقف عن الإضافة حين تظهر صعوبة تشرب الحبيبات للماء. قلب عجينة التربة بالملعقة وأضف المزيد من الأرض أو الماء حسب الحاجة حتى تصل العجينة إلى التشبع. وتتميز هذه الحالة **بلمعانها وسيولة العينة قليلاً** عند تحريك الكأس في وضع مائل كما تنفصل العجينة عند الملعقة بحرية.

5.تترك العجينة لمدة ساعة ثم يعاد اختبارها بالنسبة لمميزات وشروط درجة التشبع السابقة. فلا يجوز أن يتجمع الماء على سطحها وألا تخلط بمزيد من الأرض، كما لا يجوز أن تفقد لمعانها أو سيولتها وألا تخلط بمزيد من الماء.

6.أعد وزن علبة العينة الجافة هوائياً بما تبقى فيها من عينة الأرض لمعرفة كمية العينة التي استخدمت في عمل العجينة وكذلك لحساب الحجم الكلي للماء المستعمل.

7.يؤخذ جزء من العجينة المشبعة وينقل إلى علبة تقدير الرطوبة وتقدر نسبة الرطوبة بها على أساس الوزن الجاف في الفرن على درجة $105-110^\circ\text{م}$ حتى ثبات الوزن وتدون النتائج كالسابق.

4. تقدير معامل الذبول (Wilting Point):

يُعرف معامل الذبول بأنه **النسبة المئوية للرطوبة عندما يكون امتصاص الماء بواسطة جذور النبات أقل من الكمية اللازمة لتعويض الفقد بالنتح من هذا النبات.**

- وجد أن معامل الذبول لعدد كبير من الأنواع المختلفة للأراضي يساوي تقريباً محتوى الأرض الرطوبي عند تعرضها إلى 15 **ضغط جوي**، أي عندما يكون $\text{pF} \approx 4.2$.
- عند معامل الذبول تحتوي الأرض على كمية من المياه تكفي لكي تكون طبقة بسمك من 5 – 6 جزيئات من الماء أي حوالي 20 أنجستروم.
- محتوى الأرض من الأملاح الذائبة له تأثير كبير على معامل الذبول، حيث كلما زاد تركيز الأملاح يزداد الضغط الاسموزي وتقل قدرة الماء على الحركة.

أنواع الذبول:

1. **ذبول مؤقت (Apparent Wilting):** يحدث لفترات قصيرة أثناء النهار نتيجة لارتفاع درجة الحرارة أو زيادة سرعة الرياح أو عوامل أخرى تساعد على زيادة سرعة فقد الماء من النبات بالنتح، ثم تعود إلى حالتها الطبيعية بعد الظهيرة.
2. **ذبول دائم (Permanent Wilting):** والذي فيه لا يعود النبات إلى حالته الطبيعية بالرغم من وضعه في جو مشبع بالرطوبة لمدة 24 ساعة.

طرق تقدير معامل الذبول للتربة:

أولاً – الطريقة البيولوجية (Biological Method):

يستعمل نبات **عباد الشمس (Sunflower)** كدليل تبعاً لقوة نموه وانتظام توزيع جذوره بالتربة، كما أنه حساس لنقص في الرطوبة حيث أنه يذبل ذبولاً مستديماً عند نفاذ الماء الميسر من منطقة انتشار الجذور.

1. وزن الأصيص فارغ.
2. وزن الأصيص + جزء من عينة التربة (400 جم جافة تماماً).
3. يُفرغ حوالي 30 جم من العينة على ورقة ثم يوضع عدد من $3-4$ بذور عباد الشمس ويغطى بالتربة.
4. بمعرفة السعة الحقلية أو المكافئ الرطوبي للعينة يمكن حساب كمية الماء التي تضاف للعينة للوصول بها إلى السعة الحقلية، وذلك بعد معرفة كمية الماء الهيجروسكوبي في العينة.
5. كمية الماء عند السعة الحقلية والتي تضاف إلى التربة يجب أن تُحتسب مع وزن الأصيص ومحتوياته من العينة والبذور.
6. تُترك الأصص مع ملاحظة وزنها من وقت لآخر ويتم تعويض الفاقد من الرطوبة وتخف النباتات إلى نبات واحد.
7. يستمر نمو النباتات ويضاف محلول غذائي إذا أمكن حتى يصل طول النباتات من $15-20$ سم ويصل عدد الأوراق التي كونها إلى $4-6$ وريقات.
8. بعد آخر وزنة للنبات وتعويض الرطوبة الفاقدة تضاف كمية من الشمع المصهور لتغطية سطح التربة، وذلك لمنع التبخير.
9. تُترك النباتات حتى يظهر عليها أعراض الذبول المستديم. ثم ضع الأصيص الذي به النبات في جو مغلق مشبع بالرطوبة لمدة 24 ساعة. فإذا استعاد النبات حالته الطبيعية ثانياً، اتركه خارج الجو المشبع بالرطوبة ليذبل مرة أخرى حتى يظهر عليه أعراض الذبول ثانياً ثم عرضه للجو المشبع بعد ذلك. فإذا استمر ذبوله دل ذلك على أن النبات في حالة الذبول المستديم.
10. يؤخذ جزء من عينة التربة في الأصيص ويوضع في علبة رطوبة معلومة الوزن وتغطى العلبة وبها التربة وتوزن بسرعة لتعيين الوزن الرطب.
11. توضع العلبة بعد رفع الغطاء في فرن تجفيف على درجة 105°م لمدة 24 ساعة ثم يعاد وزنها لمعرفة الوزن الجاف تماماً للعينة.
12. تُعين الرطوبة عند نقطة الذبول بمعلومية الماء المفقود ووزن التربة الجاف تماماً.

ثانياً – طريقة الضغط الغشائي (Pressure membrane):

- تستخدم هذه الطريقة على نطاق واسع بدلاً من الطريقة البيولوجية حيث أنها أسرع وتحتاج إلى $3-4$ أيام بينما الطريقة البيولوجية تحتاج من $20-30$ يوم.
- في هذه الطريقة تُعرض عينة من الأرض مشبعة بالرطوبة إلى 15 **ضغط جوي** مدة من $24-72$ ساعة حسب قوام العينة (حيث كلما كان قوام التربة ثقيل كلما احتجنا إلى زمن أطول).
- يستخدم لذلك **حلقات التربة** حيث توضع بها العينات مع ملاحظة أن يكون هناك مكررات للعينة الواحدة ويتم تشبيع العينات الموجودة بالحلقات بالخاصة الشعرية قبل وضعها في **جهاز الضغط الغشائي** ثم تعرض العينات لقوة شد 15 ض. ج حتى انقطاع نزول الماء من الجهاز. بعد ذلك يتم وزن العينات ومعرفة كمية الماء المتبقية بها عند هذه الدرجة ويتم بالتالي حساب معامل الذبول.
